

DE 102 55 830 (Abstract)

The invention relates to a method for producing a field effect controllable semiconductor device, with the device comprising a semiconductor body having first and second terminal zones of a first conductivity type, a channel zone disposed between these terminal zones adjacent to a front side of the semiconductor body and being of a conductivity type complementary to the first conductivity type, and having a control electrode being disposed insulated to the semiconductor body, above the front side and adjacent to the channel zone, wherein the control electrode is produced after the channel zone has been produced adjacent to the front side of the semiconductor body.

THIS PAGE BLANK (USPTO)



(10) **DE 102 55 830 A1** 2004.06.17

(12)

Offenlegungsschrift

(51) Int Cl.⁷: **H01L 21/336**

H01L 29/78, H01L 29/06

(43) Offenlegungstag: 17.06.2004

(72) Erfinder:
Tihanyi, Jenő, Dr., 85551 Kirchheim, DE; Sommer,
Peter, 80804 München, DE

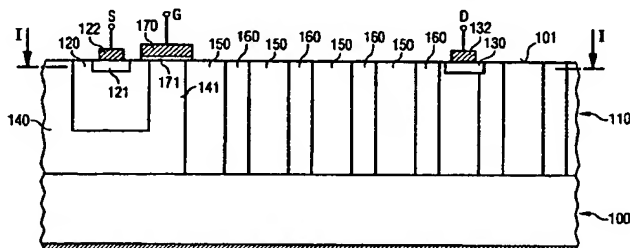
(74) Vertreter:
Westphal, Mussnug & Partner, 80336 München

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Verfahren zur Herstellung eines mittels Feldeffekt steuerbarem Halbleiterbauelements

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines mittels Feldeffekt steuerbaren Halbleiterbauelementes, das einen Halbleiterkörper mit einer ersten und zweiten Anschlusszone eines ersten Leistungstyps und eine zwischen diesen Anschlusszonen im Bereich einer Vorderseite des Halbleiterkörpers angeordnete Kanalzone eines zu dem ersten Leistungstyp komplementären Leitungstyps aufweist, und das eine isoliert gegenüber dem Halbleiterkörper oberhalb der Vorderseite des Halbleiterkörpers und benachbart zu der Kanalzone angeordnete Steuerelektrode aufweist, wobei die Steuerelektrode hergestellt wird, nachdem die Kanalzone im Bereich der Vorderseite des Halbleiterkörpers hergestellt wurde.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 zur Herstellung eines mittels Feldeffekt steuerbaren Halbleiterbauelementes, das einen Halbleiterkörper mit einer ersten und zweiten Anschlusszone eines ersten Leitungstyps und einer zwischen diesen Anschlusszonen im Bereich einer Vorderseite des Halbleiterkörpers angeordneten Kanalzone eines zu dem ersten Leitungstyp komplementären Leitungstyps aufweist, wobei isoliert gegenüber dem Halbleiterkörper oberhalb der Vorderseite des Halbleiterkörpers und benachbart zu der Kanalzone eine Steuerelektrode angeordnet ist.

Stand der Technik

[0002] Derartige mittels Feldeffekt steuerbare Halbleiterbauelemente sind hinlänglich bekannt. Ein Beispiel eines solchen als n-Kanal-MOSFET ausgebildeten Bauelementes ist beispielsweise in Stengl, Tihanyi: "Leistungs-MOS-FET-Praxis", Pflaum-Verlag, München, 1993, Seite 33 beschrieben. Derartige Bauelemente sind üblicherweise zellenartig aufgebaut, das heißt, sie besitzen eine Vielzahl gleichartig aufgebauter Transistorstrukturen die gemeinsam verschaltet sind. Bei dem bekannten Bauelement sind in dem Bereich der Vorderseite des Halbleiterkörpers eine Vielzahl von Source-Zonen vorhanden, die jeweils durch eine Kanalzone bzw. Body-Zone gegenüber einer Drift-Zone isoliert sind, die allen Transistorstrukturen gemeinsam ist. Im Bereich der Rückseite des Halbleiterkörpers schließt sich an die schwächer dotierte Drift-Zone die Drain-Zone an. Bei dem üblichen Verfahren zur Herstellung eines derartigen Halbleiterbauelements wird oberhalb der Vorderseite des Halbleiterkörpers zunächst die Gate-Elektrode hergestellt, wobei diese Gate-Elektrode Kontaktlöcher aufweist, die bis an die Vorderseite des Halbleiterkörpers reichen und die zur späteren Kontaktierung der Source-Zonen dienen. Die Gate-Elektrode mit den Kontaktlöchern dient anschließend als Maske für die Herstellung der Kanalzonen/Body-Zonen mit den darin angeordneten Source-Zonen. Bei einem n-leitenden MOSFET werden dabei zunächst die p-dotierten Body-Zonen mittels eines Diffusionsverfahrens in der n-dotierten Driftzone erzeugt. Hierzu werden Dotierstoffatome über die Kontaktlöcher in den Halbleiterkörper eingebracht oder auf den Halbleiterkörper aufgebracht und werden anschließend in lateraler Richtung in Halbleiterbereiche unter der aufgetragenen Gate-Elektrode eindiffundiert. Anschließend werden mittels eines entsprechenden Verfahrens die Source-Zonen hergestellt, wobei die Diffusion der Body-Zonen und der Source-Zonen so aufeinander abgestimmt sind, dass die Source-Zonen in dem Halbleiterkörper vollständig von den Body-Zonen umgeben sind. Die aus einem solchen Verfahren resultierenden MOSFET werden auch als

DMOS-Transistoren oder DMOSFET(Double Diffused MOSFET) bezeichnet.

[0003] Maßgeblich für das Schaltverhalten eines MOSFET ist unter anderem dessen Kanallänge, die bestimmt ist durch die Abmessungen des Kanals in der Body-Zone zwischen der Source-Zone und der drainseitigen Drift-Zone entlang der Gate-Elektrode und die Dotierstoffkonzentration dieses Kanals. Nachteilig bei dem bisher angewendeten Verfahren ist es, dass bedingt durch das angewendete Diffusionsverfahren der Dotierungsverlauf entlang des Kanals nicht homogen ist, sondern dass die Dotierung mit zunehmendem Abstand von der Source-Zone abnimmt. Darüber hinaus kann die Kanallänge Schwankungen unterliegen.

Aufgabenstellung

[0004] Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung eines mittels Feldeffekt steuerbaren Halbleiterbauelementes zur Verfügung zu stellen, bei dem eine homogenere Dotierung entlang des Kanals gewährleistet ist und bei dem die Kanallänge exakt einstellbar ist.

[0005] Dieses Ziel wird durch ein Verfahren gemäß der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0006] Erfindungsgemäß ist bei einem Verfahren zur Herstellung eines mittels Feldeffekt steuerbaren Halbleiterbauelementes, das eine erste und zweite Anschlusszone und im Bereich der Vorderseite eines Halbleiterkörpers eine Kanalzone/Body-Zone und eine isoliert gegenüber der Kanalzone angeordnete Steuerelektrode aufweist, vorgesehen, die Steuerelektrode erst herzustellen, nachdem die Kanalzone im Bereich der Vorderseite des Halbleiterkörpers hergestellt wurde. Da die Vorderseite des Halbleiterkörpers vor dem Herstellen der Steuerelektrode vollständig freiliegt, kann die Kanalzone, die in lateraler Richtung des Halbleiterkörpers unterhalb der späteren Steuerelektrode verläuft, bei dem erfindungsgemäßen Verfahren homogen dotiert werden. Außerdem kann die Kanallänge exakt eingestellt werden.

[0007] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines lateralen Halbleiterbauelementes, bei dem eine erste und zweite Anschlusszone eines ersten Leitungstyps im Bereich einer Vorderseite eines Halbleiterkörpers angeordnet sind, ist vorgesehen, ein Halbleitersubstrat eines zu dem ersten Leitungstyp komplementären zweiten Leitungstyps bereitzustellen und auf diesem Halbleitersubstrat eine Halbleiterschicht des ersten Leitungstyps mit einer wannenartigen Kanalzone des zweiten Leitungstyps zu erzeugen. Die Kanalzone ist dabei so ausgebildet, dass sie bis an eine dem Halbleitersubstrat abgewandte Vorderseite des Halbleiterkörpers reicht und die erste Anschlusszone des ersten Leitungstyps, die ebenfalls bis an die Vorderseite des Halbleiterkörpers reicht, vollständig umgibt. Im Bereich der Vorderseite

dieser Halbleiterschicht wird anschließend die zweite Anschlusszone des ersten Leitungstyps beabstandet zu der ersten Anschlusszone erzeugt.

[0008] Vorzugsweise umfasst die auf das Halbleitersubstrat aufgebrachte Halbleiterschicht Kompensationszonen des zweiten Leitungstyps, die säulenartig in der Halbleiterschicht angeordnet sind und die sich von der Vorderseite der Halbleiterschicht bis an das Halbleitersubstrat erstrecken. Der Abschnitt der Halbleiterschicht zwischen der zweiten Anschlusszone und der Kanalzone mit den Kompensationszonen bildet die Drift-Zone des Halbleiterbauelementes. Die Anzahl der Dotierstoffatome des zweiten Leitungstyps in diesem Abschnitt der Halbleiterschicht und die Anzahl der Dotierstoffatome des zweiten Leitungstyps der Kompensationszonen sind dabei so aufeinander abgestimmt, dass bei Anlegen einer Sperrspannung zwischen der ersten und zweiten Anschlusszone die Kompensationszonen und der die Kompensationszonen umgebende Abschnitt der zweiten Halbleiterschicht vollständig von Ladungsträgern ausgeräumt werden.

[0009] Die Herstellung der Halbleiterschicht mit der Kanalzone und den Kompensationszonen erfolgt beispielsweise durch aufeinanderfolgendes epitaktisches Abscheiden mehrerer Halbleiterschichten des ersten Leitungstyps, wobei diese Halbleiterschichten jeweils in den Bereichen der Kompensationszonen und der Kanalzone mit Dotierstoffatomen des zweiten Leitungstyps dotiert werden, wobei sich an das Abscheiden dieser Halbleiterschichten vorzugsweise ein Temperaturschritt anschließt, um eine Ausdiffusion der eindotierten Dotierstoffatome des zweiten Leitungstyps zu ermöglichen. Die Herstellung der Kompensationszonen und der Kanalzone kann somit während der selben Verfahrensschritte erfolgen, wobei lediglich die für die Dotierung der aufeinander abgedeckten epitaktischen Schichten verwendeten Masken entsprechend ausgebildet sein müssen, um in den gewünschten Bereichen Kompensationszonen bzw. die Kanalzone zu erzeugen.

[0010] Bei einem Verfahren zur Herstellung eines vertikalen Bauelementes mit einer ersten und zweiten Anschlusszone eines ersten Leitungstyps ist vorgesehen, ein Halbleitersubstrat eines ersten Leitungstyps zur Verfügung zu stellen und auf dieses Halbleitersubstrat eine Halbleiterschicht des ersten Leitungstyps aufzubringen, die Kompensationszonen eines zweiten Leitungstyps aufweist, die bis an eine dem Halbleitersubstrat abgewandte Vorderseite der Halbleiterschicht reichen. Anschließend wird wenigstens eine Kanalzone im Bereich der Vorderseite der Halbleiterschicht erzeugt, die sich vorzugsweise an eine der Kompensationszonen anschließt.

[0011] Das Herstellen der Halbleiterschicht mit den Kompensationszonen erfolgt vorzugsweise durch aufeinanderfolgendes epitaktisches Abscheiden mehrerer Halbleiterschichten, die maskiert dotiert werden, um an die gewünschten Positionen der Kompensationszonen Dotierstoffatome des zweiten Lei-

tungstyps einzubringen.

[0012] Die Kanalzone wird ebenfalls unter Verwendung einer Maskentechnik nach Aufbringen der Halbleiterschicht hergestellt, wobei die Herstellung der Kanalzone erfindungsgemäß erfolgt, noch bevor die Steuerelektrode auf der Vorderseite der durch das Halbleitersubstrat und die Halbleiterschicht gebildeten Halbleiterkörpers aufgebracht wird, wodurch unter Verwendung geeigneter Masken die Kanallänge in lateraler Richtung der Halbleiterschicht und auch die Dotierung der Kanalzone exakt einstellbar sind.

[0013] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand von Figuren näher erläutert.

[0014] Fig. 1 zeigt einen nach einem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellten lateralen MOSFET in Seitenansicht im Querschnitt (Fig. 1A) und im Querschnitt durch eine in Fig. 1A eingezeichnete Schnittlinie I-I (Fig. 1B).

[0015] Fig. 2 bis 5 veranschaulichen Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung des Halbleiterbauelementes gemäß Fig. 1.

[0016] Fig. 6 zeigt einen mittels einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellten MOSFET in Seitenansicht im Querschnitt (Fig. 6A) und im Querschnitt durch eine in Fig. 6A dargestellte Schnittlinie I-I (Fig. 6B).

[0017] Fig. 7 bis 9 veranschaulichen ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung des Halbleiterbauelementes gemäß Fig. 6.

[0018] In den Figuren bezeichnen, sofern nicht anders angegeben, gleiche Bezugszeichen gleiche Teile mit gleicher Bedeutung.

[0019] Zum besseren Verständnis des nachfolgend erläuterten Verfahrens wird anhand von Fig. 1 zunächst die Funktionsweise eines mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellten Halbleiterbauelementes erläutert. Dargestellt in Fig. 1 ist ein n-leitender lateraler MOSFET mit einer ersten und zweiten n-dotierten Anschlusszone 120, 121, 130, die die Source-Zone bzw. Drain-Zone des Bauelementes bilden und die in lateraler Richtung einer Halbleiterschicht 110, in der diese Zonen 121, 130 integriert sind, beabstandet zueinander angeordnet sind. Die Source-Zone 120, 121 ist in dem Ausführungsbeispiel durch eine schwächer dotierte Zone 120 und eine stärker dotierte Kontaktzone 121 gebildet, wobei die Kontaktzone 121 mittels eines Source-Kontaktes 122 kontaktiert ist. Die Source-Zone 120, 121 ist vollständig von einer wannenartig ausgebildeten p-dotierten Kanalzone/Body-Zone 140 umgeben. Zwischen der Kanalzone 140 und der Drain-Zone 130 ist eine schwächer dotierte Drift-Zone 150 vorhanden, die vom selben Leitungstyp wie die Source-Zone 120, 121 und die Drain-Zone 130 ist und deren Dotierung und Abmessungen maßgeblich für die Spannungsfestigkeit des Bauelementes bei Anlegen einer Sperrspannung ist. In der Drift-Zone 150 sind säulenartig ausgebildete p-dotierte Kompensationszonen 160 vorhanden. Die Dotierung der

n-dotierten Drift-Zone 150 und der p-dotierten Kompensationszone 160 ist in bekannter Weise so aufeinander abgestimmt, dass die Anzahl der Dotierstoffatome der Kompensationszonen 160 wenigstens annäherungsweise der Anzahl der Dotierstoffatome der Drift-Zone 150 entsprechen, so dass sich die Drift-Zone 150 und die Kompensationszonen 160 nach Anlegen einer Sperrspannung vollständig ausräumen. Der Vorteil des Vorsehens derartiger Kompensationszonen ist hinlänglich bekannt, so dass auf eine ausführliche Erläuterung hier verzichtet werden kann. Die Dotierung der Kanalzone 140 ist dabei so in bezug auf die umgebenden Bereiche der Drift-Zone 150 abgestimmt, dass die Kanalzone bei Anlegen einer Sperrspannung nicht vollständig ausgeräumt wird.

[0020] Zur Steuerung des Bauelementes ist eine Gate-Elektrode 170 oberhalb einer Vorderseite 101 der Halbleiterschicht 110 vorhanden, wobei die Gate-Elektrode 170 mittels einer Isolationsschicht 171 gegenüber dem Halbleiterkörper isoliert ist. Die Gate-Elektrode 170 befindet sich oberhalb eines sich bis an die Vorderseite erstreckenden Abschnittes 141 der Kanalzone und erstreckt sich in lateraler Richtung von der Source-Zone 120 bis zu der Drift-Zone 150. Bei Anlegen einer Ansteuerspannung bildet sich in der Kanalzone 141 unterhalb der Vorderseite des Halbleiterkörpers ein leitender Kanal aus, der einen Stromfluss zwischen Drain- und Source-Zone 130, 120, 121 bei Anlegen einer Spannung zwischen diesen Anschlusszonen ermöglicht. Die Abmessungen dieser Kanalzone 141 in lateraler Richtung sowie deren Dotierung sind maßgeblich für das Schaltverhalten, insbesondere die Einsatzspannung des MOSFET.

[0021] Die Drift-Zone 150 mit den Kompensationszonen 160 sowie die Kanalzone 140 sind Teil einer Halbleiterschicht 110, die auf ein schwach p-dotiertes Halbleitersubstrat 100 aufgebracht ist. Dieses Halbleitersubstrat 100 weist im Bereich seiner Rückseite vorzugsweise eine Metallisierung auf und kann unmittelbar auf einen auf Bezugspotential liegenden Kühlkörper aufgebracht werden, ohne hierdurch die Funktionsweise des MOSFET negativ zu beeinflussen und ohne dass sich der an die Source-Zone 121 angeschlossene Source-Anschluss S oder der an die Drain-Zone 130 angeschlossene Drain-Anschluss D des Bauelementes ebenfalls auf Bezugspotential befinden müssen.

Ausführungsbeispiel

[0022] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung des Bauelementes gemäß Fig. 1 wird nachfolgend anhand der Fig. 2 bis 5 erläutert.

[0023] Ausgangspunkt des Verfahrens bildet die Bereitstellung eines schwach p-dotierten Halbleitersubstrates bzw. einer schwach p-dotierten Halbleiterschicht 100, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist.

[0024] Zur Herstellung der Halbleiterschicht 100

werden auf dieses Halbleitersubstrat 100 nachfolgend mehrere Halbleiterschichten übereinander aufgebracht, wobei in der perspektivischen Darstellung Fig. 3 beispielhaft zwei derartige Halbleiterschichten 110A, 110B dargestellt sind. Diese Halbleiterschichten sind in dem Ausführungsbeispiel n-dotiert und bilden im Wesentlichen die spätere Drift-Zone des Bauelementes. Zur Erzeugung der späteren Kompensationszonen 160 und der Kanalzone 140 werden diese Halbleiterschichten, die vorzugsweise epitaktisch abgeschieden werden, beispielsweise unter Verwendung von Maskentechniken p-dotiert, wodurch zunächst p-dotierte Inseln 160A, 160B, 140A, 140B in den Halbleiterschichten 110A, 110B entstehen. Die Position und die Abmessungen dieser p-dotierten Inseln in lateraler Richtung sind durch nicht näher dargestellte Masken, die bei der Dotierung verwendet werden, vorgegeben. Die Abmessungen der Inseln 140A, 140B in dem Beispiel gemäß Fig. 3 sind dabei so gewählt, dass hieraus Abschnitte der späteren Kanalzone 140 resultieren, die die Source-Zone 120, 121 gegenüber der Drift-Zone 160 und gegenüber dem darunter liegenden Halbleitersubstrat 100 mittels eines pn-Überganges isolieren.

[0025] Fig. 4 zeigt die Anordnung gemäß Fig. 3 in Seitenansicht Fig. 4A im Querschnitt und in Draufsicht (Fig. 4B) nach dem epitaktischen Aufbringen weiterer Halbleiterschichten 110C – 110E wobei in diesen Halbleiterschichten 110C – 110E nach dem Aufbringen ebenfalls jeweils p-dotierte Inseln 160C – 160E und 140C – 140E hergestellt wurden. Die Abmessungen der dotierten Bereiche 140C – 140E sind dabei so gewählt, dass sie "Seitenwände" der die Kanalzone bildenden p-dotierten Wanne 140 bilden, wobei zwischen diesen Seitenwänden die spätere Source-Zone 120 gebildet ist. Die Abschnitte der Epitaxieschichten 110C – 110E, die die spätere Source-Zone 120 bilden, sind in Fig. 4 mit dem Bezugszeichen 120C – 120E bezeichnet.

[0026] Auf das Aufbringen dieser epitaktischen Schichten mit den p-dotierten Inseln schließt sich ein Diffusionsverfahren an, um eine Ausdiffusion der eingebrachten p-Dotierstoffatome zu bewirken. Hieraus resultierte die in Fig. 5 in Seitenansicht gezeigte Darstellung mit den sich in vertikaler Richtung von der Vorderseite bis an das Halbleitersubstrat 100 erstreckenden p-dotierten Säulen 160 und der wannenartigen, einen n-dotierten Abschnitt 120 vollständig umschließenden Kanalzone 140, wobei der Abschnitt 120 die Source-Zone des Bauelementes bildet. An dieses Diffusionsverfahren schließen sich, wie dies ebenfalls in Fig. 5 im Ergebnis ist Verfahrensschritte zur Erzeugung der stark n-dotierten Kontaktzone 121 und der ebenfalls stark n-dotierten Drain-Zone 130 im Bereich der Vorderseite des Halbleiterkörpers an.

[0027] Der besondere Vorteil des anhand der Fig. 2 bis 5 erläuterten Verfahrens besteht darin, dass ein Kompensationsbauelement hergestellt wird, bei dem zur Herstellung der Kompensationszonen und zur Herstellung der Kanalzone dieselben Verfahrens-

schritte angewendet werden können, wobei lediglich die Masken, die nach dem Aufbringen einer jeden Epitaxieschicht zur p-Dotierung verwendet werden, geeignet gewählt werden müssen. So umfassen diese Aussparungen im Bereich der Kompensationszone eine Vielzahl beabstandet zueinander angeordneter Aussparungen, während die Masken zur Erzeugung des unteren Bereiches der Kanalzone eine großflächige Aussparung und zur Erzeugung der "Seitenwände" der Kanalzone eine ringförmige Aussparung enthalten. Über diese Masken, die unterhalb der Vorderseite der Halbleiterschicht 110 die Kanallänge festlegen, kann die Kanallänge exakt eingestellt werden.

[0028] Fig. 6A zeigt einen vertikalen MOSFET, der mittels einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellt wurde, in Seitenansicht im Querschnitt. Fig. 6B zeigt das Bauelement gemäß Fig. 6A entlang der in Fig. 6A eingezeichneten Schnittrlinie I-I.

[0029] Das in dem Ausführungsbeispiel als n-leitender MOSFET ausgebildete Bauelement umfasst eine n-dotierte Drain-Zone 230 im Bereich einer Rückseite des Halbleiterkörpers, an welches sich eine n-dotierte Halbleiterschicht 210 anschließt, in der im Bereich der Vorderseite angeordnete p-dotierte Kanalzone 240 angeordnet sind, in denen n-dotierte Source-Zonen 221 eingebettet sind, die an der Vorderseite mittels einer Source-Elektrode 222 kontaktiert sind. In der Halbleiterschicht 210 sind weiterhin Kompensationszonen 260, 261 ausgebildet, die sich ausgehend von der Vorderseite in vertikaler Richtung in den Halbleiterkörper hineinerstrecken, und in dem Ausführungsbeispiel noch oberhalb der Drain-Zone 200 enden. Die Kompensationszonen 260, 261 umfassen im Bereich der Vorderseite stärker dotierte Kompensationszonen 261, die die Source-Zone 221 teilweise umgeben und die in diesem Bereich die Source-Zone 221 von den umgebenden n-dotierten Bereichen 250 der Halbleiterschicht 210 trennen. Diese übrigen Bereiche 250 der Halbleiterschicht 210 dienen als Drift-Zone des Bauelements. In bekannter Weise sind die Dotierstoffkonzentrationen der Drift-Zone 250 und der Kompensationszonen 260, 261 so aufeinander abgestimmt, dass bei Anlegen einer Sperrspannung zwischen den Source-Zonen 221 und der Drain-Zone 200 die Drift-Zone 250 und die Kompensationszonen 260 vollständig von Ladungsträgern ausgeräumt werden.

[0030] Oberhalb einer Vorderseite der Halbleiterschicht 210 sind Gate-Elektroden 270 angeordnet, die isoliert gegenüber dem Halbleiterkörper ausgebildet sind und die benachbart zu den sich bis an die Vorderseite der Halbleiterschicht 210 erstreckenden Kanalzone 240 ausgebildet sind. In den unterhalb der Vorderseite ausgebildeten Abschnitte der Kanalzone 240 bildet sich bei Anlegen eines Ansteuerpotentials an die Gate-Elektroden 270 ein leitender Kanal aus. Die Abmessungen der Kanalzone 240 in lateraler Richtung zwischen den Source-Zonen 221

und der Drift-Zone 250 und deren Dotierung bestimmen maßgeblich das Schaltverhalten des Bauelementes. Die Source-Zonen 221 und die Kanalzone 140 sind durch die Source-Elektrode 222 kurzgeschlossen.

[0031] Die Source-Zonen 221 sind in Draufsicht vorzugsweise ringförmig ausgebildet, wie dies in Fig. 6B dargestellt ist. Die Gate-Elektrode 270 gestaltet sich in Draufsicht gitterförmig, wobei die Lage der Gate-Elektrode in Fig. 6B in Draufsicht gestrichelt veranschaulicht ist.

[0032] Ein Verfahren zur Herstellung des Bauelementes gemäß Fig. 6 wird nachfolgend anhand der Fig. 7 bis 9 erläutert.

[0033] Ausgangspunkt des Verfahrens bildet die Bereitstellung eines n-dotierten Halbleitersubstrates 200, auf welches nachfolgend die Halbleiterschicht 210 aufgebracht wird, wie dies im Ergebnis in Fig. 7 dargestellt ist. Das Aufbringen der Halbleiterschicht 210 erfolgt beispielsweise durch epitaktisches Abscheiden mehrerer schwächer als das Substrat 200 n-dotierter Schichten 210A – 210E, wobei in diesen Schichten nach deren Abscheiden jeweils p-dotierte Zonen 260A – 260D und 261A zur Erzeugung der späteren Kompensationszonen (260 in Fig. 6A) eingebracht werden.

[0034] An das Aufbringen dieser Halbleiterschicht 210 schließt sich ein Diffusionsverfahren an, um die p-dotierten Bereiche 260A – 260D und 261A auszufundieren und dadurch die Kompensationszonen 260, 261 zu bilden, die vorzugsweise säulenartig ausgebildet sind. Die Dotierung der Zone 261A während des in Fig. 7 erläuterten Verfahrensschrittes erfolgt vorzugsweise derart, dass im Bereich der Vorderseite der Schicht 210 Halbleiterzonen 261 entstehen, die stärker dotiert sind als die übrigen p-dotierten Zonen 260 der Kompensationszone.

[0035] Unter Verwendung von Maskentechniken werden anschließend, wie dies in Fig. 5 im Ergebnis dargestellt ist, die Kanalzone 240 derart erzeugt, dass sie sich in lateraler Richtung an die stärker p-dotierten Zonen 261 anschließen. Da während des Herstellungsverfahrens der Kanalzone 240 die Vorderseite der Halbleiterschicht 210 freiliegt, können die Abmessungen dieser Kanalzone 240 in lateraler Richtung beliebig gewählt werden. Des Weiteren ist eine homogene Dotierung der Kanalzone 240 gewährleistet. An das Einbringen der Kanalzone 240 schließt sich mittels hinlänglich bekannter Maskentechniken das Herstellen der stark n-dotierten Source-Zonen 221 an, wobei diese Zonen 221 so erzeugt werden, dass sie in der Halbleiterschicht 210 vollständig von der Kanalzone 240 bzw. der p-dotierten Zone 261 umgeben sind. Die p-dotierte Zone 261 bildet in diesem Ausführungsbeispiel einen Teil der Kanalzone, während die darunter liegenden ebenfalls p-dotierten Zonen 260 die Kompensationszone des Halbleiterbauelements bilden.

[0036] An diese Verfahrensschritte schließen sich hinlänglich bekannte Verfahrensschritte zur Herstel-

lung der Gate-Elektrode 270 und der Source-Elektrode 222 an.

[0037] Der wesentliche Vorteil des anhand der Fig. 6 bis 9 erläuterten Verfahrens zur Herstellung eines vertikalen MOSFET besteht darin, dass die Kanalzone 240 vor dem Herstellen der Gate-Elektrode 270 erzeugt wird, wodurch die Abmessungen der Kanal-Zone in lateraler Richtung und unterhalb der Gate-Elektrode frei gewählt werden können und unabhängig von Diffusionsschritten sind, und wobei darüber hinaus eine homogene Dotierung der Kanalzone entlang der gesamten Kanallänge gewährleistet ist.

[0038] Die in den Fig. 1 und 6 dargestellten Halbleiterbauelemente sind jeweils selbstsperrende Halbleiterbauelemente die nur bei Anlegen eines Ansteuerpotentials an die jeweilige Gate-Elektrode 170 bzw. 270 leiten. Selbstverständlich besteht vor dem Herstellen der Gate-Elektroden 170, 171 auch die Möglichkeit, in die Kanalzonen unterhalb der Vorderseite der jeweiligen Halbleiterschicht 110 bzw. 210 n-Ladungsträger zu implantieren, um dadurch selbstleitende MOSFET zu erzeugen.

[0039] Selbstverständlich kann das erfindungsgemäße Verfahren auch zur Herstellung p-leitender MOSFET verwendet werden, wobei die Dotierungstypen der zuvor erläuterten Halbleiterbereiche entsprechend zu vertauschen sind.

Bezugszeichenliste

100, 200	Halbleitersubstrat
110, 210	Halbleiterschicht
110A-110E	Halbleiterschichten
120, 121	Source-Zone
130	Drain-Zone
132	Drain-Elektrode
140, 141	Kanalzone
150	Drift-Zone
160	Kompensationszone
160A-160E	p-dotierte Zonen
170	Gate-Elektrode
171	Isolationsschicht
210A-210E	Halbleiterschichten
221	Source-Zone
230	Drain-Zone
240	Kanalzone
250	Drift-Zone
260	Kompensationszone
260A-260D	p-dotierte Zonen
261	Kanalzone
270	Gate-Elektrode
271	Isolationsschicht

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines mittels Feldefekt steuerbaren Halbleiterbauelementes, das einen Halbleiterkörper (100, 110; 200, 210) mit einer ersten und zweiten Anschlusszone (120, 121, 130; 221,

230) eines ersten Leistungstyps und einer zwischen diesen Anschlusszonen im Bereich einer Vorderseite des Halbleiterkörpers angeordnete Kanalzone (140, 141; 240) eines zu dem ersten Leistungstyp komplementären Leistungstyps aufweist, und das eine isoliert gegenüber dem Halbleiterkörper oberhalb der Vorderseite des Halbleiterkörpers und benachbart zu der Kanalzone (140, 141; 240) angeordnete Steuerelektrode (170; 270) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerelektrode (170; 270) hergestellt wird, nachdem die Kanalzone (140, 141; 240) im Bereich der Vorderseite des Halbleiterkörpers hergestellt wurde.

2. Verfahren nach Anspruch 1, das folgende Verfahrensschritte vor dem Herstellen der Steuerelektrode umfasst:

- Bereitstellen eines Halbleitersubstrats (100) des zweiten Leistungstyps,
- Herstellen einer Halbleiterschicht (110) des ersten Leistungstyps die eine wannenartige Kanalzone (140) des zweiten Leistungstyps aufweist, wobei die Kanalzone (140) bis an eine dem Halbleitersubstrat (100) abgewandte Vorderseite der Halbleiterschicht (110) reicht und eine Anschlusszone (120, 121) des ersten Leistungstyps, die ebenfalls bis an die Vorderseite des Halbleiterkörpers (110, 110) reicht, vollständig umgibt,
- Herstellen einer zweiten Anschlusszone (130) des zweiten Leistungstyps im Bereich der Vorderseite der Halbleiterschicht (110) und lateral beabstandet zu der Kanalzone (140).

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem in der ersten Anschlusszone (120, 121) im Bereich der Vorderseite der Halbleiterschicht (110) eine stark dotierte Kontaktzone hergestellt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, bei dem in der Halbleiterschicht (110) Kompensationszonen (160) des zweiten Leistungstyps vorhanden sind, die bis an das Halbleitersubstrat (100) reichen.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei dem die Halbleiterschicht (110) mit der Kanalzone (140) und den Kompensationszonen (160) durch aufeinanderfolgendes Abscheiden mehrerer Halbleiterschichten (110A - 110E) des ersten Leistungstyps hergestellt wird, wobei zur Herstellung der Kanalzone (140) und der Kompensationszonen (160) die einzelnen Halbleiterschichten maskiert dotiert werden.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die Dotierstoffkonzentration der Kompensationszonen (160) und der diese umgebenden Abschnitte des ersten Leistungstyps der Halbleiterschicht (110) so aufeinander abgestimmt sind, dass die Anzahl der Dotierstoffatome des zweiten Leistungstyps in den Kompensationszonen (160) wenigstens annäherungsweise der Anzahl der Dotier-

stoffatome in den umgebenden Bereichen des ersten Leitungstyps entspricht, so dass die Kompensationszonen (160) und die umgebenden Bereiche bei Anlegen einer Sperrspannung zwischen den Anschlusszonen (120, 121, 130) sich gegenseitig wenigstens annäherungsweise vollständig ausräumen.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die Dotierstoffkonzentration der Kanalzone (140) und der sie umgebenden Abschnitte des ersten Leitungstyps so aufeinander abgestimmt sind dass die Kanalzone (140) bei Anlegen einer Sperrspannung nicht vollständig ausgeräumt wird.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem Dotierstoffatome des ersten Leitungstyps im Bereich der Vorderseite der Halbleiterschicht (110) in die Kanalzone (140) eingebracht werden.

9. Verfahren nach Anspruch 1, das folgende Verfahrensschritte vor dem Herstellen der Steuerelektrode umfasst:

- Bereitstellen eines Halbleitersubstrats (200) des ersten Leitungstyps,
- Aufbringen einer Halbleiterschicht (210) des ersten Leitungstyps, die Kompensationszonen (260) des zweiten Leitungstyps aufweist, die bis an eine dem Halbleitersubstrat (200) abgewandte Vorderseite der Halbleiterschicht reichen,
- Herstellen wenigstens einer Kanalzone (240) des zweiten Leitungstyps im Bereich der Vorderseite der Halbleiterschicht (210).

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die Kompensationszonen (260) im Bereich der Vorderseite der Halbleiterschicht stärker dotiert sind.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, bei dem sich die wenigstens eine Kanalzone (240) an eine der Kompensationszonen (260, 261) im Bereich der Vorderseite der Halbleiterschicht (210) anschließt.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, bei dem die Halbleiterschicht (210) mit den Kompensationszonen (260, 261) durch aufeinanderfolgendes Abscheiden mehrerer Halbleiterschichten (21A – 210E) des ersten Leitungstyps hergestellt wird, wobei zur Herstellung der Kompensationszonen (260, 261) die einzelnen Halbleiterschichten (210A – 210E) maskiert dotiert werden.

13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die Dotierstoffkonzentration der Kompensationszonen (260) und der diese umgebenden Abschnitte des ersten Leitungstyps der Halbleiterschicht (210) so aufeinander abgestimmt sind, dass die Anzahl der Dotierstoffatome des zweiten Leitungstyps in den Kompensationszonen (260) wenigstens annäherungsweise der Anzahl der Dotier-

stoffatome in den umgebenden Bereichen (250) des ersten Leitungstyps entspricht, so dass die Kompensationszonen (260) und die umgebenden Bereiche (250) sich bei Anlegen einer Sperrspannung zwischen den Anschlusszonen (221, 230) sich gegenseitig wenigstens annäherungsweise vollständig ausräumen.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

FIG 1A

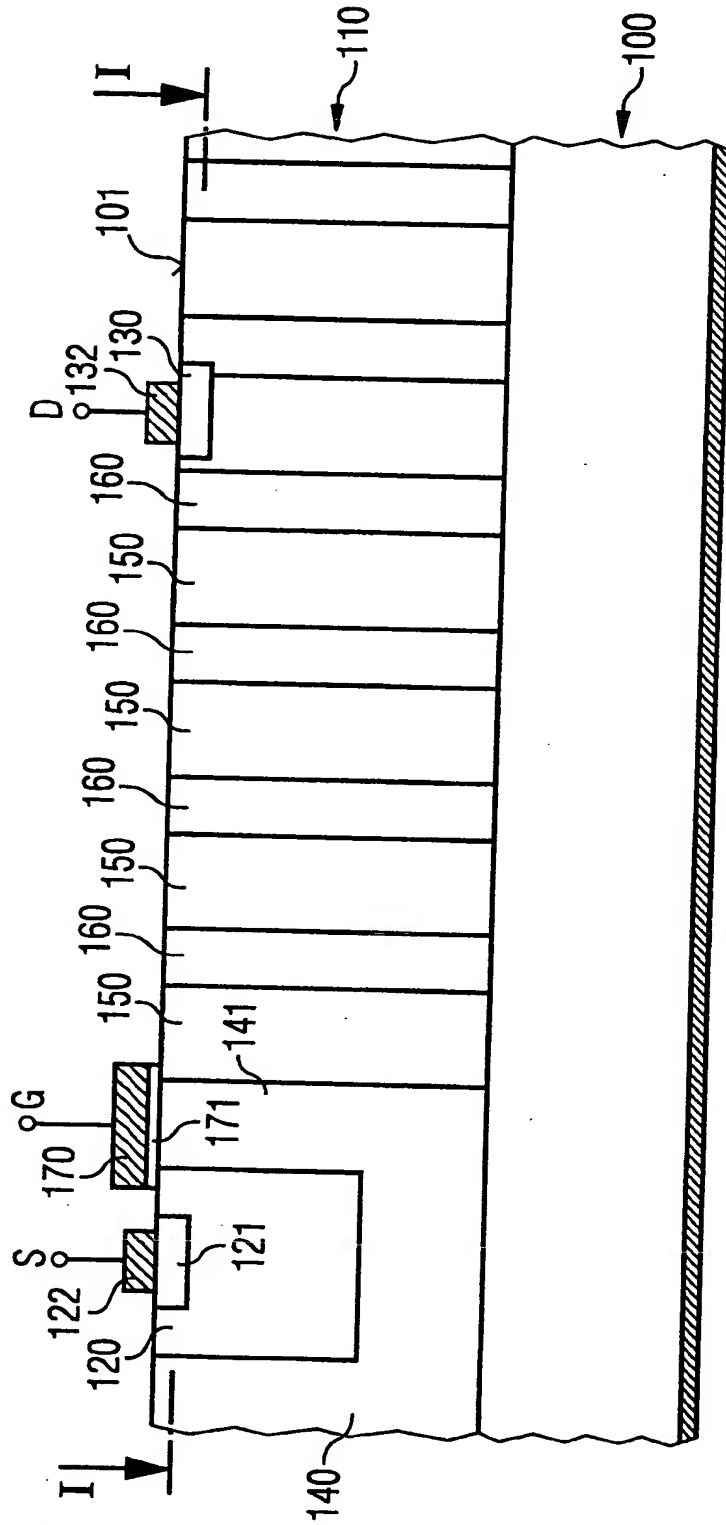


FIG 1B

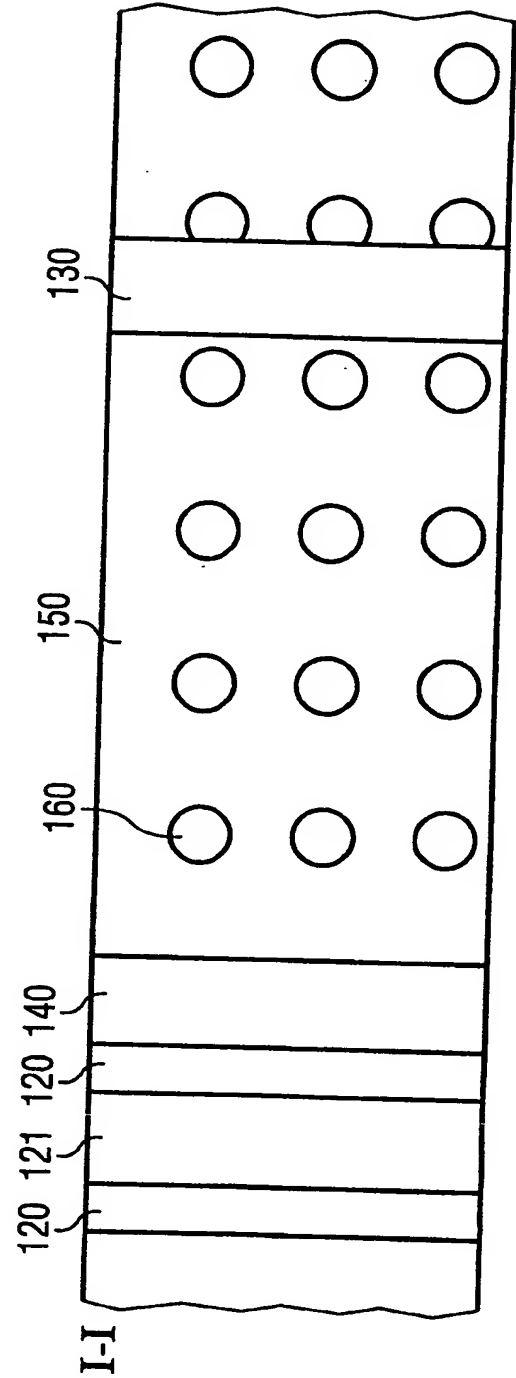


FIG 2

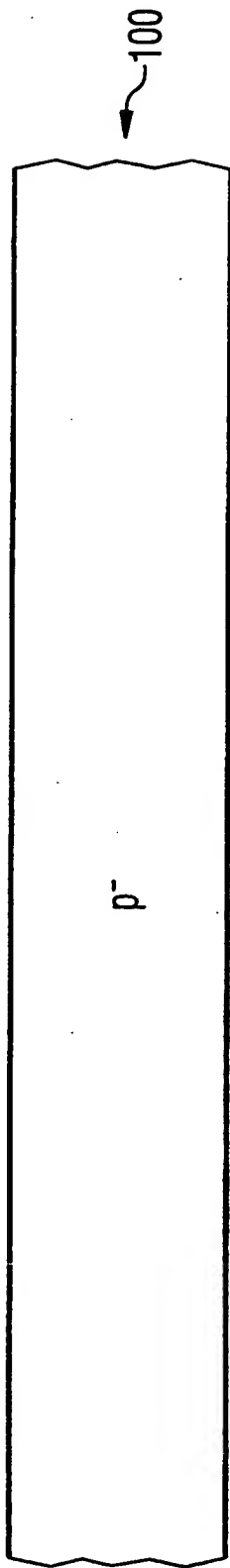


FIG 3

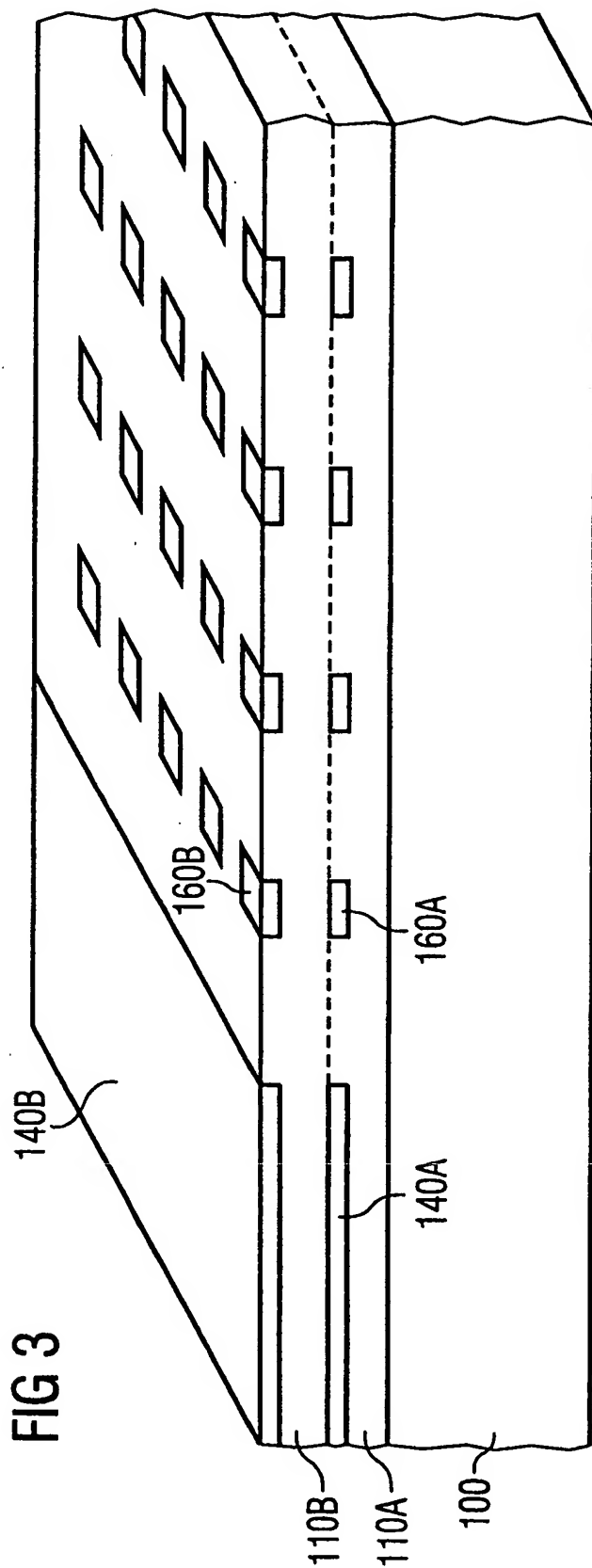


FIG 4A

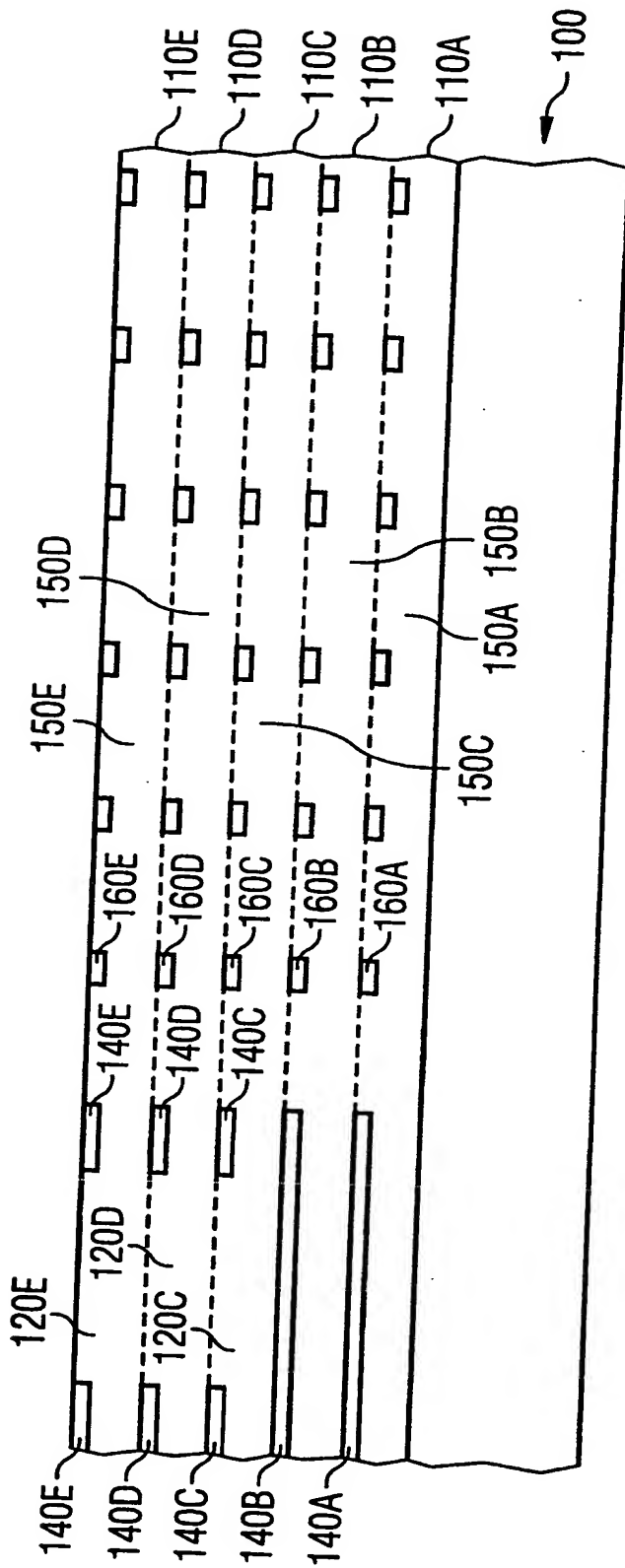


FIG 4B

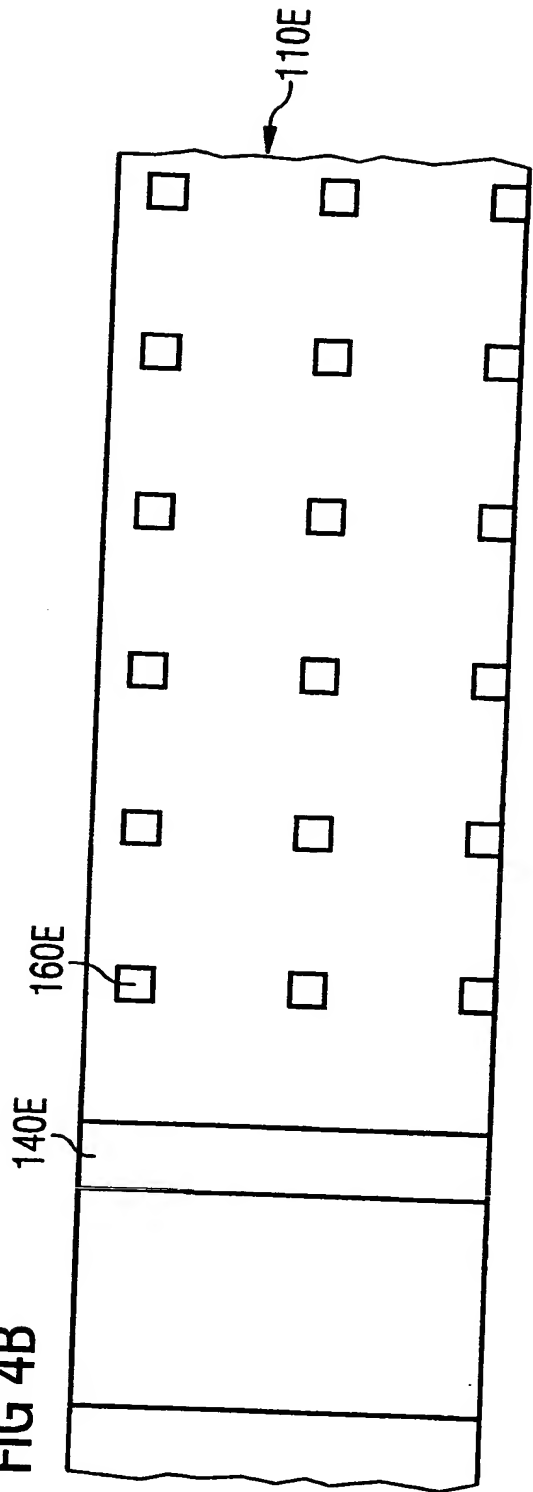


FIG 5

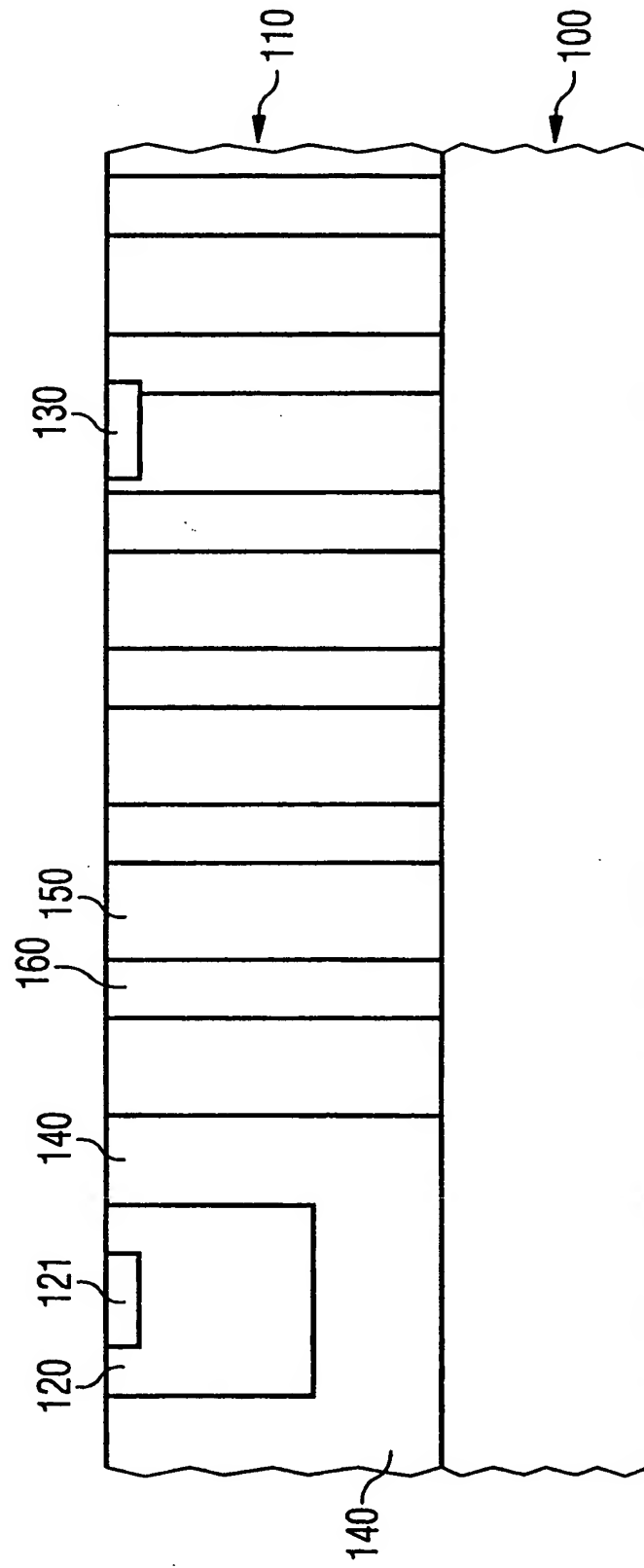


FIG 6A

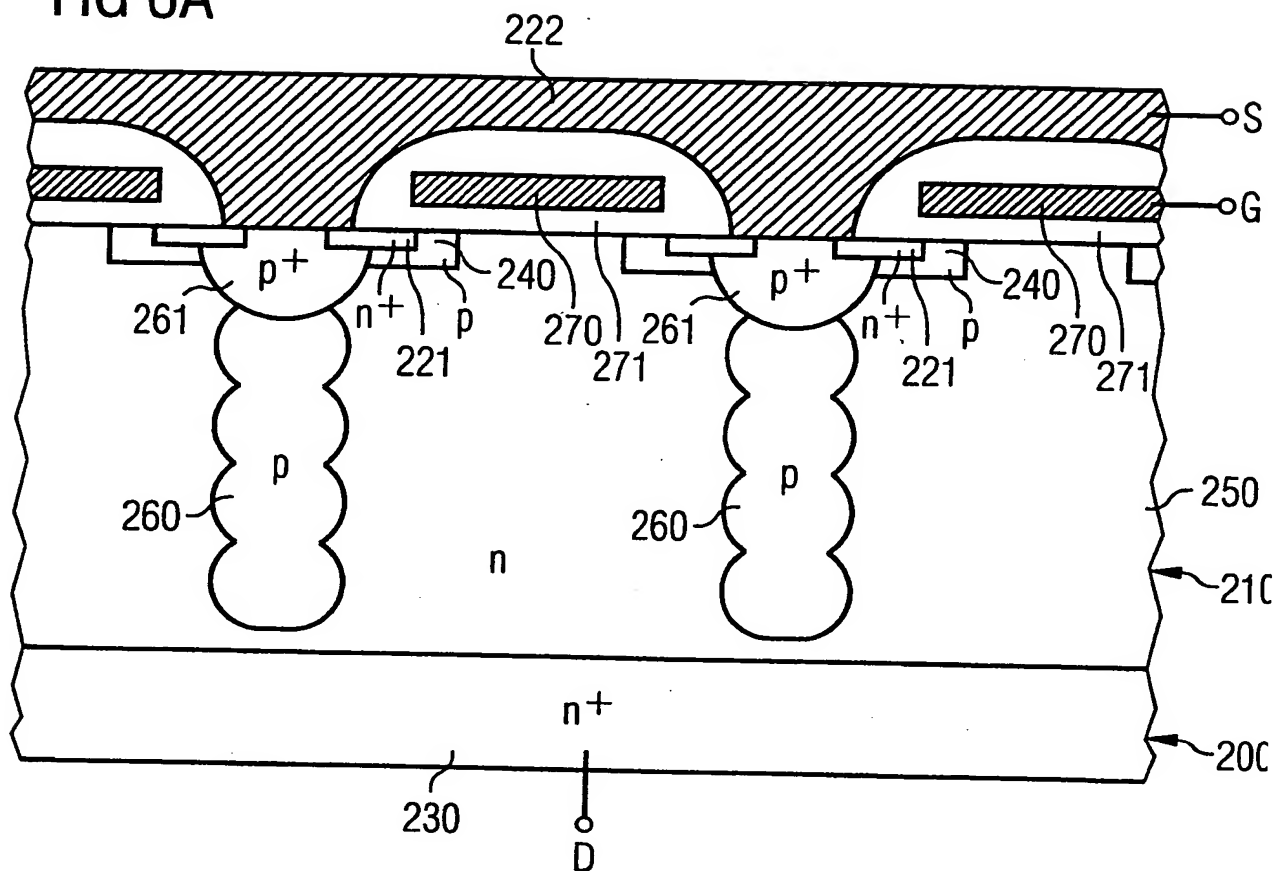


FIG 6B

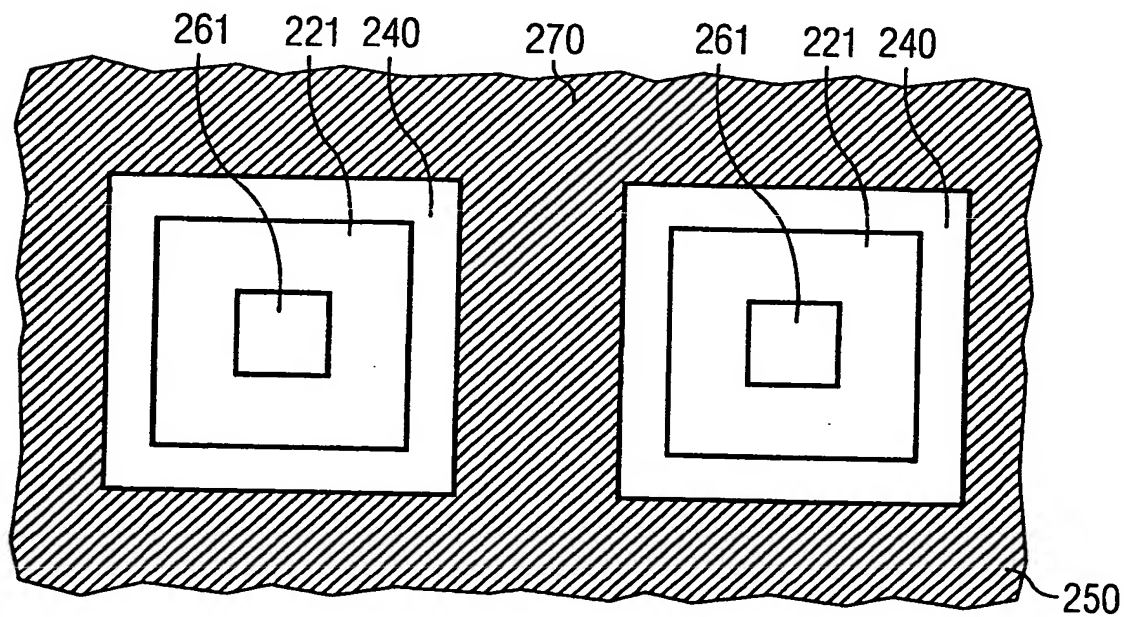


FIG 7

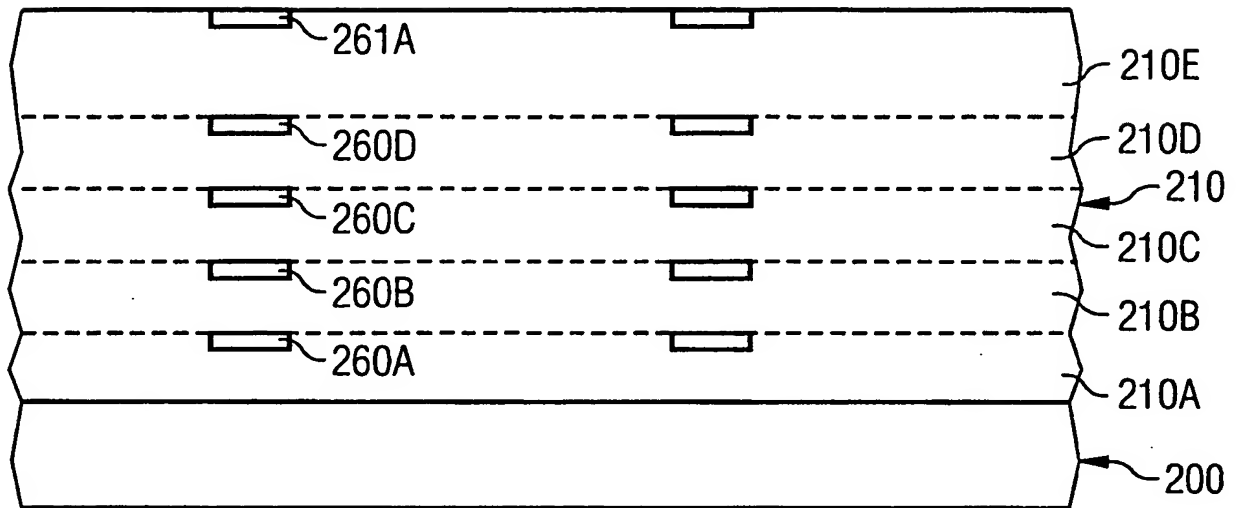


FIG 8

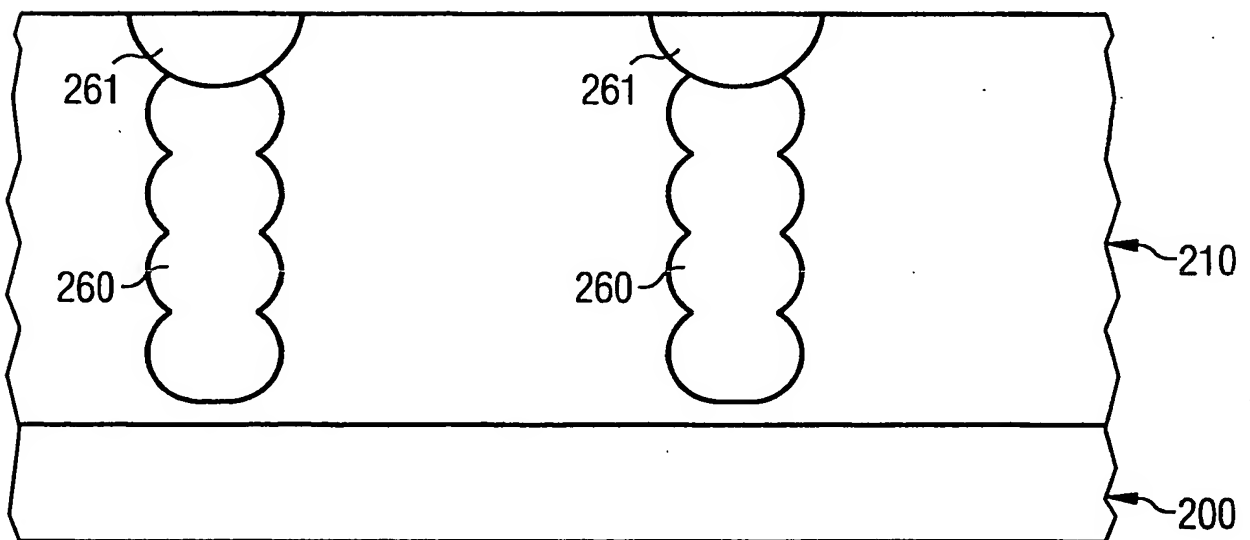


FIG 9

